

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Kim et al.

Application No. Unassigned

Filed: April 14, 2004

For: IMAGE-FORMING OPTICAL SYSTEM

Art Unit: Unassigned

Examiner: Unassigned

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450


Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 USC 119, Applicants claim the priority of the application or the applications (if more than one application is set out below):

Application No. 10-2003-0040205, filed in Republic of Korea on
20 June 2003.

A certified copy of the above-listed priority document is enclosed.

Respectfully submitted,



Gene W. Lee, Reg. No. 55,368
One of the Attorneys for Applicant(s)
GARDNER CARTON & DOUGLAS LLP
191 N. Wacker Drive, Suite 3700
Chicago, Illinois 60610-1698
(312) 569-1000 telephone
(312) 569-3000 facsimile

Date: April 14, 2004



This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0040205
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 06월 20일
Date of Application JUN 20, 2003

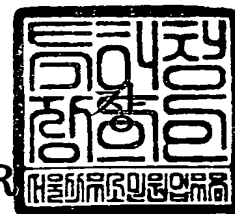
출원 인 : 삼성테크윈 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG TECHWIN CO., LTD.



2003 년 10 월 15 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 특허출원서
 【권리구분】 특허
 【수신처】 특허청장
 【제출일자】 2003.06.20
 【발명의 명칭】 결상 광학계
 【발명의 영문명칭】 OPTICAL SYSTEM FOR FORMING IMAGE
 【출원인】

【명칭】 삼성테크윈 주식회사
 【출원인코드】 1-1998-001814-9

【대리인】
 【명칭】 유미특허법인
 【대리인코드】 9-2001-100003-6
 【지정된변리사】 이원일
 【포괄위임등록번호】 2003-040514-4

【발명자】
 【성명의 국문표기】 김재범
 【성명의 영문표기】 KIM, JAE BUM
 【주민등록번호】 700729-1550523
 【우편번호】 641-120
 【주소】 경상남도 창원시 성주동 42번지
 【국적】 KR

【발명자】
 【성명의 국문표기】 김영란
 【성명의 영문표기】 KIM, YOUNG RAN
 【주민등록번호】 740418-2474316
 【우편번호】 641-120
 【주소】 경상남도 창원시 성주동 42번지
 【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 유미특허법인 (인)

【수수료】
 【기본출원료】 20 면 29,000 원
 【가산출원료】 20 면 20,000 원

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】	49,000	원		
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통			

【요약서】

【요약】

본 발명은 결상 광학계를 개시한다.

본 발명에 따른 결상 광학계는 물체측으로부터 순서대로 위치되는 조리개; 정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및 부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈를 포함한다.

이러한 본 발명에 따르면, 촬상 소자를 이용하는 카메라의 결상 광학계로서, 적은 매수의 렌즈로 이루어져 소형화가 용이하면서 요구되는 광학 성능을 만족시킬 수 있는 결상 광학계를 제공할 수 있다.

【대표도】

도 1

【색인어】

결상광학계, 촬상소자, 카메라

【명세서】

【발명의 명칭】

결상 광학계{OPTICAL SYSTEM FOR FORMING IMAGE}

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 결상 광학계의 구조를 나타낸 도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 결상 광학계의 수차도이다.
- 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 결상 광학계의 구조를 나타낸 도이다.
- 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 결상 광학계의 수차도이다.
- 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 결상 광학계의 구조를 나타낸 도이다.
- 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 결상 광학계의 수차도이다.
- 도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 결상 광학계의 구조를 나타낸 도이다.
- 도 8은 본 발명의 제4 실시예에 따른 결상 광학계의 수차도이다.
- 도 9는 본 발명의 제5 실시예에 따른 결상 광학계의 구조를 나타낸 도이다.
- 도 10은 본 발명의 제5 실시예에 따른 결상 광학계의 수차도이다.
- 도 11은 본 발명의 제6 실시예에 따른 결상 광학계의 구조를 나타낸 도이다.
- 도 12는 본 발명의 제6 실시예에 따른 결상 광학계의 수차도이다.
- 도 13은 본 발명의 제7 실시예에 따른 결상 광학계의 구조를 나타낸 도이다.
- 도 14는 본 발명의 제7 실시예에 따른 결상 광학계의 수차도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <15> 본 발명은 결상 광학계에 관한 것으로, 더욱 상세하게 말하자면, CCD(charge coupled device) 등의 촬상 소자를 이용하는 카메라에 사용되는 소형의 결상 광학계에 관한 것이다.
- <16> 최근에는 CCD나 고체 촬상 소자를 이용한 전자 스틸 카메라나 비디오 카메라의 보급이 급속하게 확대되고 있으며 소형 경량화 및 저 코스트화 되어 가고 있다. 이러한 소형화에 따라 모바일(mobile)용 카메라, 웹 카메라 등의 소형 카메라 사용이 증가되고 있다. 또한, 카메라의 소형화에 수반하여 카메라에 내장되는 결상 광학계에 대해서도 소형 경량화 및 저 코스트화가 강력하게 요구되고 있다. .
- <17> 이러한 고체 촬상 소자를 이용하는 광학계의 설계시에 긴 후초점 거리를 고려하여야 한다. 즉, 촬상 소자의 주기적인 구조에 의하여 발생하는 모아레(moire) 현상을 방지하기 위한 수정 필터와, 촬상 소자의 구조에 기인한 보호용 유리판을 사용하기 때문에, 광학계 설계시에 이러한 수정 필터와 유리판의 두께와 위치 등을 감안하여 충분히 긴 후 초점 거리가 확보되어야 한다. 또한, 촬상 소자가 적외선 영역에 민감하기 때문에 세추레이션(saturation) 등의 문제가 발생될 우려가 있어, 적외선 영역의 감도를 저하시키고 가시광 영역의 투과를 증가시키기 위하여 적외선 차단 필터를 추가적으로 사용할 수 있으므로, 충분한 긴 후초점 거리가 확보되어야 한다.

<18> 이외에도, 촬상 소자의 고화소에 따른 감도 저하를 보완하기 위하여 충분한 렌즈의 밝기를 구현하여야 하며, 촬상 소자의 낮은 감도로 인하여 광학계의 중심 대비 주변의 광량을 충분하게 확보하여야 한다.

<19> 이러한 점들을 고려한 고체 촬상 소자를 이용하는 종래의 결상 광학계로는 일본 특허 공개 번호 2002-372666, 동 특허 출원 공개 번호 2002-296496, 동 특허 출원 공개 번호 2003-75719 등에 개시된 것들이 있다.

<20> 그러나, 종래의 결상 광학계들은 대부분 정의 굴절력을 가지는 제1 렌즈군, 조리개, 부의 굴절력을 가지는 제2 렌즈군의 순서대로 배치되면서 적어도 8매 이상의 렌즈로 이루어짐에 따라, 렌즈 매수가 많아서 소형화가 어려운 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 그러므로, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 촬상 소자를 이용하는 카메라의 결상 광학계로서 적은 매수의 렌즈로 이루어져 소형화가 용이하면서, 요구되는 광학 성능을 만족시킬 수 있는 결상 광학계를 제공하는데 있다.

<22> 또한, 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 주변 광량을 향상시켜 촬상 소자의 감도를 효과적으로 보완할 수 있는 소형 결상 광학계를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<23> 이러한 발명의 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 제1 특징에 따른 결상 광학계는, 물체측으로부터 순서대로, 조리개; 정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및 부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈를 포함하고,

$$1.25 < \frac{L_r}{f} < 1.58$$

의 조건을 만족한다.

- <24> 또한, 본 발명의 제2 특징에 따른 결상 광학계는, 물체측으로부터 순서대로, 조리개; 정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및 부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈를 포함하고, $-1.5 < \frac{W_p - W}{W_p} < -0.1$ 의 조건을 만족한다.
- <25> 이러한 제1 및 제2 특징에 따른 결상 광학계는 $25 < Vd_1 - Vd_2 < 30$ 의 조건을 더 만족할 수 있다.
- <26> 또한, 본 발명의 제3 특징에 따른 결상 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 조리개; 정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및 부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈를 포함하고, $0.75 < \frac{f_B}{f} < 0.95$ 의 조건을 만족한다.
- <27> 또한, 본 발명의 제4 특징에 따른 결상 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 조리개; 정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및 부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈를 포함하고, $-1.5 < \frac{W_p - W}{W_p} < -0.02$ 의 조건을 만족한다.
- <28> 이러한 제3 특징 및 제4 특징에 따른 결상 광학계는 $\frac{|R_1|}{f} > 2.1$, $\frac{L_T}{f_B} < 2.4$, $0.35 < \frac{l_2}{f} < 0.52$, $0.14 < \frac{l_4}{f} < 0.23$ 의 조건들을 선택적으로 추가 만족할 수 있다.
- <29> 또한, 제1 내지 제4 특징을 가지는 본 발명에 따른 결상 광학계에서, 상기 제1 및 제2 렌즈는 양면이 비구면일 수 있으며, 또한, 제2 렌즈는 상측면이 볼록한 매니스커스 렌즈일 수 있으며, 제1 렌즈는 상측면이 볼록한 형태의 렌즈일 수 있다.
- <30> 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 가장 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다. 그러나 본

발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.

<31> 도 1, 도 3, 도 5, 도 7, 도 9, 도 11, 및 도 13에 본 발명의 각 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있다.

<32> 첨부한 도 1, 도 3, 도 5, 도 7, 도 9, 도 11, 및 도 13에 도시되어 있듯이, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는, 물체측으로부터 순서대로 위치되는 조리개(A), 정(P:positive)의 굴절력을 가지는 제1 렌즈(1), 및 부(N:negative)의 굴절력을 가지는 제2 렌즈(2)로 이루어진다. 또한, 제2 렌즈(2)의 상측에 광학 필터(3)가 위치되어 있다.

<33> 여기서, 제1 렌즈(1)는 적어도 한면이 비구면이며, 상측면이 볼록한 형상으로 이루어진다. 그리고 제2 렌즈(2)는 상측면이 볼록한 매니스커스 형태의 렌즈로서, 적어도 한면이 비구면이다.

<34> 다음에는 이러한 구조로 이루어지는 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계의 작용에 대하여 설명한다.

<35> 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 2매의 렌즈로 이루어지는 매우 간단한 구조로 이루어진다. 특히, 물체측에 가장 가깝게 조리개(A)가 위치되고, 이어서正的 굴절력을 가지는 제1 렌즈(1)가 위치되며, 제1 렌즈(1)는 광학계의 전체 파워를 결정하는 기능을 수행한다. 또한, 제1 렌즈(1)의 상측에 부의 굴절력을 가지는 제2 렌즈(2)가 배치되어 광학계에서 발생하는 수차를 보정한다.

<36> 이러한 구조로 이루어지는 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 광학 필터나 촬상 소자 보호용 유리판을 사용하는 카메라에 적용될 수 있으며, 이외에도 가시광 영역의 투과율을



증가시키기 위하여 적외선 차단 필터를 사용하거나, 촬상 소자 보호용 유리판에 적외선 코팅을 하여 유리판이 적외선 차단 필터로서 기능하도록 하는 카메라 등에 적용될 수 있다.

<37> 이를 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<38> (조건식 1)

<39>

$$1.25 < \frac{L_T}{f} < 1.58$$

<40> 여기서, L_T 는 조리개의 물체측면에서부터 상면까지의 광축상의 거리를 나타내며, f 는 광학계의 전체 초점 거리를 나타낸다.

<41> 위의 조건식1은 전체 초점 거리에 대한 광학계의 전체 길이의 비를 규정한 것으로, 광학계의 소형화를 도모하기 위한 것이다.

<42> 조건식1의 하한값을 초과하는 경우에는 각 상점(image point)에 대한 광선속의 주광선이 광학계의 최종면(제2 렌즈의 상측면)을 통과한 후 카메라의 결상 시스템(광학 필터, 촬상 소자 등)의 결상면(촬상 소자면)에 수렴하는 광선각도의 증대로 인하여, 주변 광량이 급격하게 저하되게 된다.

<43> 이와는 달리, 조건식1의 상한값을 초과하는 경우에는 광학계의 전체 길이가 길어지게 되어 광학계의 소형화가 어려워진다.

<44> 또한, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<45> (조건식 2)

<46>

$$-1.5 < \frac{W_p - W}{W_p} < -0.1$$

<47>

여기서, W_p 는 $Tan^{-1}\left(\frac{y}{f}\right)$ 이다. 그리고, W 는 최대 유효상원(상면)에 대한 반화각을 나타내며, y 는 최대 유효 상의 높이를 나타낸다.

<48>

조건식 2는 광학계 전체의 왜곡량을 규정한 것이다. 조건식2의 하한값을 초과하는 경우에는 왜곡량이 증가된다. 이에 따라 물체점이 광학계를 통과한 후 상의 찌그러짐에 영향을 주게 된다.

<49>

이와는 달리, 조건식2의 상한값을 초과하는 경우에는 광학계의 충분한 화각을 확보할 수 없으며, 또한, 촬상 소자의 낮은 감도를 보완하기 위한 광학계의 중심 대비 주변의 광량을 충분하게 확보할 수 없다.

<50>

또한, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<51> (조건식 3)

<52>

$$25 < Vd_1 - Vd_2 < 30$$

<53>

여기서, Vd_1 은 제1 렌즈의 d-라인 광선에 대한 아베수를 나타내며, Vd_2 는 제2 렌즈의 d-라인 광선에 대한 아베수를 나타낸다.

<54>

조건식3은 제1 렌즈(1)의 매질과 제2 렌즈(2)의 매질의 아베수의 배분에 관한 것이다.

<55>

조건식3의 하한값을 초과하는 경우에는 색수차의 보정을 위해서 각 렌즈의 파워가 커지게 되어, 다른 수차 발생이 증가될 수 있다. 이와는 달리 조건식3의 상한값을 초과하는 경우에는 상면만곡과 배율 색수차의 보정이 어려워진다.

<56>

다음에는 이러한 조건들(조건식1 ~조건식3)을 만족하도록 구현되는 본 발명의 제1 실시예 내지 제4 실시예에 대하여 설명한다.

<57> 여기서 f 는 초점 거리를 나타내며, $r_i(i=1\sim9)$ 은 렌즈면의 곡률 반경, $d_i(i=1\sim9)$ 는 렌즈의 두께 또는 렌즈간의 거리를 나타내며, nd 는 굴절률을, v 는 분산치를 나타낸다. 길이를 나타내는 값의 단위는 mm이다.

<58> 본 발명의 제1 실시예에 따른 결상 광학계의 F 넘버(F_{no})는 2.84의 값을 가지고, 초점 거리(f)는 2.445mm이며, 화각(2ω)은 33.42° 의 값을 가진다.

<59> 도 1에 이러한 특성을 가지는 본 발명의 제1 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있으며, 표 1에 도 1에 도시된 결상 광학계를 구성하는 각 렌즈의 실시예값이 기재되어 있다.

<60> 【표 1】

면번호	곡률반경(r)	두께, 거리(d)	굴절률(nd)	분산치(v)
1	∞	0.150000		
2	∞	0.120000		
* 3	2.86700	1.360000	1.525	56.2
* 4	-0.88100	0.566055		
* 5	-0.36900	0.400000	1.584	31.0
* 6	-0.61000	0.270354		
7	∞	0.300000	1.517	64.2
8	∞	0.649646		
(상면) 9	∞	0.000000		

<61> *는 비구면을 나타내며, 비구면 계수를 위한 식은 다음과 같다.

<62>

$$x = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

【수학식 1】

<63> x : 렌즈의 정점으로부터 광축 방향으로의 거리

<64> y : 광축에 수직 방향으로의 거리

<65> c : 렌즈의 정점에서의 곡률 반경의 역수($1/R$)

<66> K : 코닉(Conic) 상수

<67> A, B, C, D : 비구면 계수

<68> 이러한 수식1에 따라 산출되는 본 발명의 제1 실시예에 따른 각 비구면의 계수는 다음 표 2와 같으며, 제1 렌즈(1)의 양면과, 제2 렌즈(2)의 양면이 비구면이다.

<69> 【표 2】

제3면의 비구면계수		제4면의 비구면 계수	
K	0.541943	K	-0.321110
A	-0.146695E+00	A	0.539293E-01
B	-0.244411E+00	B	-0.164926E+00
C	0.894513E+00	C	0.260796E+00
D	-0.552653E+01	D	-0.179268E+00
제5면의 비구면계수		제6면의 비구면 계수	
K	-1.047881	K	-1.996812
A	-0.206738E+00	A	-0.512280E+00
B	0.253119E+01	B	0.132543E+01
C	-0.376267E+01	C	-0.100378E+01
D	0.189773E+01	D	0.281005E+00

<70> 도 2에 이러한 실시예값으로 이루어지는 본 발명의 제1 실시예에 따른 결상 광학계의 수차 특성이 도시되어 있으며, 구체적으로, 구면 수차, 상면 만곡, 왜곡 수차 특성들이 순서대로 도시되어 있다. 구면 수차는 c-라인, e-라인, f-라인에 대한 특성을 나타내며, 여기서, c-라인은 656.3nm, e-라인은 546nm, f-라인은 486.1nm의 파장을 가지는 광선을 나타낸다. 또한, 상면 만곡에서 실선은 사지탈(sagittal) 상면에 대한 수차를 나타내고, 점선은 타젠설(tangential) 상면에 대한 수차를 나타낸다. 이하에 기술되는 각 실시 예에 따른 수차 특성도와 같은 파장을 가지는 광선과 상면에 대한 수차를 나타낸다.

<71> 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 결상 광학계의 F 넘버(Fno)는 2.8의 값을 가지고, 초점 거리(f)는 3.284mm이며, 화각(2ω)은 34.57°의 값을 가진다.

<72> 도 3에 이러한 특성을 가지는 본 발명의 제2 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있으며, 표 3에 도 3에 도시된 결상 광학계를 구성하는 각 렌즈의 실시예값이 기재되어 있다.

<73> 【표 3】

면번호	곡률반경(r)	두께, 거리(d)	굴절률(nd)	분산치(v)
1	∞	0.150000		
2	∞	0.050000		
* 3	-258.88000	1.019000	1.525	56.2
* 4	-1.07100	0.509602		
* 5	-0.55400	0.400000	1.607	27.59
* 6	-0.79400	0.785328		
7	∞	0.550000	1.517	64.2
8	∞	1.597070		
(상면) 9	∞	0.000000		

<74> *는 비구면을 나타낸다. 제2 실시예에서도 제1 렌즈(1)의 양면과, 제2 렌즈(2)의 양면이 비구면이며, 그 비구면 계수는 다음 표4와 같다.

<75> 【표 4】

제3면의 비구면계수		제4면의 비구면 계수	
K	0.000000	K	-0.485346
A	-0.112087E+00	A	0.896333E-02
B	-0.284251E+00	B	-0.212500E+00
C	0.410484E+00	C	0.512558E+00
D	-0.579496E+00	D	-0.393624E+00
제5면의 비구면계수		제6면의 비구면 계수	
K	-0.742558	K	-0.981247
A	0.243521E+00	A	0.350296E-01
B	0.126814E+01	B	0.396295E+00
C	-0.122281E+01	C	-0.182694E+00
D	0.478581E+00	D	-0.159512E-02

<76> 도 4에 이러한 실시예값으로 이루어지는 본 발명의 제2 실시예에 따른 결상 광학계의 수차 특성이 도시되어 있다.

<77> 본 발명의 제3 실시예에 따른 결상 광학계의 F 넘버(F_{no})는 2.8의 값을 가지고, 초점 거리(f)는 3.385mm이며, 화각(2ω)은 33.93° 의 값을 가진다.

<78> 도 5에 이러한 특성을 가지는 본 발명의 제3 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있으며, 표 5에 도 5에 도시된 결상 광학계를 구성하는 각 렌즈의 실시예값이 기재되어 있다.

<79> 【표 5】

면번호	곡률반경(r)	두께, 거리(d)	굴절률(nd)	분산치(v)
1	∞	0.150000		
2	∞	0.030000		
* 3	6.51300	1.450000	1.525	56.2
* 4	-1.25900	0.923303		
* 5	-0.70500	0.690000	1.607	27.59
* 6	-1.13800	0.200014		
7	∞	0.550000	1.517	64.2
8	∞	1.044995		
(상면) 9	∞	0.000000		

<80> *는 비구면을 나타내며, 제3 실시예에서도 제1 렌즈(1)의 양면과, 제2 렌즈(2)의 양면이 비구면이며, 그 비구면 계수는 다음 표6과 같다.

<81> 【표 6】

제3면의 비구면계수		제4면의 비구면 계수	
K	0.000000	K	-0.252467
A	-0.920969E-01	A	0.838535E-02
B	-0.614064E-01	B	-0.118175E+00
C	0.118056E+00	C	0.131749E+00
D	-0.704346E+00	D	-0.725158E-01
제5면의 비구면계수		제6면의 비구면 계수	
K	-3.095642	K	-3.231028
A	-0.849600E+00	A	-0.197228E+00
B	0.825137E+00	B	0.719297E-01
C	-0.294824E+00	C	0.320525E-01
D	0.111783E-01	D	-0.135981E-01

<82> 도 6에 이러한 실시예값으로 이루어지는 본 발명의 제3 실시예에 따른 결상 광학계의 수차 특성이 도시되어 있다.

<83> 본 발명의 제4 실시예에 따른 결상 광학계의 F 넘버(F_{no})는 2.8의 값을 가지고, 초점 거리(f)는 3.403mm이며, 화각(2ω)은 33.44° 의 값을 가진다.

<84> 도 7에 이러한 특성을 가지는 본 발명의 제4 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있으며, 다음 표 7에 도 1에 도시된 결상 광학계를 구성하는 각 렌즈의 실시예값이 기재되어 있다.

<85> 【표 7】

면번호	곡률반경(r)	두께, 거리(d)	굴절률(nd)	분산치(v)
1	∞	0.150000		
2	∞	0.030000		
* 3	4.88000	1.330000	1.525	56.2
* 4	-1.45800	1.120000		
* 5	-1.00000	0.400000	1.607	27.59
* 6	-2.16000	0.200014		
7	∞	0.550000	1.517	64.2
8	∞	0.749737		
(상면) 9	∞	0.000000		

<86> *는 비구면을 나타내며, 제4 실시예에서도 제1 렌즈(1)의 양면과, 제2 렌즈(2)의 양면이 비구면이며, 그 비구면 계수는 다음 표8과 같다.

<87>

【표 8】

제3면의 비구면계수		제4면의 비구면 계수	
K	0.000000	K	-0.070376
A	-0.688002E-01	A	0.102718E-01
B	-0.150985E+00	B	-0.201896E+00
C	0.268742E+00	C	0.209763E+00
D	-0.557846E+00	D	-0.976095E-01
제5면의 비구면계수		제6면의 비구면 계수	
K	-2.346564	K	1.001121
A	-0.105585E+01	A	-0.328123E+00
B	0.914878E+00	B	0.214007E+00
C	-0.120440E+00	C	0.242813E-01
D	-0.869787E-01	D	-0.204181E-01

<88> 도 8에 이러한 실시예값으로 이루어지는 본 발명의 제3 실시예에 따른 결상 광학계의 수차 특성이 도시되어 있다.

<89> 위에 기술된 제1 실시 예 내지 제4 실시 예는 위의 조건식1 내지 조건식3을 만족하여, 적은 매수의 렌즈로 이루어지면서 소형화가 용이하고 요구되는 광학 성능을 만족시킬 수 있는 결상 광학계를 제공한다.

<90> 이러한 실시예값으로 구성되는 본 발명의 제1 내지 제2 실시예에 따른 결상 광학계에서 각 조건식의 실시예값은 다음 표 9와 같다.

<91> 【표 9】

	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4
조건식1	1.491	1.495	1.490	1.331
조건식2	-0.667	-0.782	-1.301	-0.249
조건식3	25.2	28.61	28.61	28.61

<92> 한편, 본 발명은 위에 기술된 조건식1 내지 조건식3과는 달리 다음과 같은 조건들을 만족하여, 적은 매수의 렌즈로 이루어지면서 소형화가 용이하고 요구되는 광학 성능을 만족시킬 수 있는 결상 광학계를 제공할 수 있다.

<93> 보다 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<94> (조건식 4)

$$\text{<95> } 0.75 < \frac{f_B}{f} < 0.95$$

<96> 여기서, f_B 는 제2 렌즈의 상측면에서부터 상면까지의 광축상의 거리 즉, 후 초점 거리를 나타낸다.

<97> 조건식4는 광학계의 후초점 거리를 규정한 것이다. 즉, 촬상 소자를 이용한 결상 광학계에서 모아레 형상을 방지하기 위한 광학 필터, 촬상 소자 보호용 유리판 등의 두께와 거리 등을 고려하여 충분한 후초점 거리를 확보하기 위한 것이다.

<98> 조건식4의 하한값을 초과하는 경우에는 충분한 후초점 거리를 확보할 수 없으므로, 결국, 광학 필터, 유리판 등을 배치할 수 없으므로 카메라의 성능이 현저하게 떨어지게 된다 .

<99> 이와는 달리 조건식4의 상한값을 초과하는 경우에는 광학계의 전체 길이가 길어지게 되어 광학계의 소형화가 어려워진다.

<100> 또한, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<101> (조건식 5)

$$\text{<102> } -1.5 < \frac{W_p - W}{W_p} < -0.02$$

<103> 조건식 5는 조건식2와 동일하게 광학계 전체의 왜곡량을 규정한 것으로, 단지 조건 범위가 조건식2의 범위와 다르다.

<104> 조건식2와 같이, 조건식5에서 하한값을 초과하는 경우에는 왜곡량이 증가되고, 조건식5의 상한값을 초과하는 경우에는 광학계의 충분한 화각을 확보할 수 없으며, 또한, 촬상 소자의 감도를 보완하기 위한 광학계의 중심 대비 주변의 광량을 충분하게 확보할 수 없다.

<105> 또한, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<106> (조건식 6)

$$\frac{|R_1|}{f} > 2.1$$

<108> 여기서, R1은 물체측에 가장 가까운 렌즈면 즉, 제1 렌즈의 물체측면의 곡률을 나타낸다

<109> 조건식6은 제1 렌즈(1)의 물체측면의 형상을 규정한 것이다. 제1 렌즈(1)의 물체측면은 큰 곡률 반경을 가지며, 전체 광학계의 화각을 결정하는 역할을 수행한다. 따라서, 조건식6을 만족하지 않는 경우에는 충분한 화각이 확보되지 않아서, 광학계가 소형 카메라의 결상 광학계로서의 기능을 할 수 없게 된다.

<110> 또한, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<111> (조건식 7)

$$\frac{L_T}{f_B} < 2.4$$

<113> 조건식7은 광학계 전체의 길이에 대한 후초점 거리의 비를 규정한 것이다.

<114> 촬상 소자를 이용한 광학계에서는 광학 필터, 유리판 등을 삽입하기 위하여 긴 후초점 거리를 확보하여야 하지만, 조건식7을 만족하지 않는 경우에는 후초점 거리가 너무 길어지게 되어 광학계의 전체 길이가 길어진다. 그 결과, 광학계의 소형화가 어려워진다.

<115> 또한, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<116> (조건식 8)

$$\text{<117> } 0.35 < \frac{t_2}{f} < 0.52$$

<118> 여기서, t_2 는 제1 렌즈의 두께를 나타낸다.

<119> 조건식8은 전체 초점 거리에 대한 제1 렌즈(1)의 두께의 비를 규정한 것이다. 조건식8의 상한값을 초과하는 경우에는 구면 수차 및 횡수차의 보정이 어려워진다. 이와는 달리, 조건식8의 하한값을 초과하는 경우에는 횡수차에 영향을 주게 되어, 결국 상의 선명도 및 분해력이 떨어진다.

<120> 또한, 본 발명의 실시예에 따른 결상 광학계는 다음의 조건을 만족한다.

<121> (조건식 9)

$$\text{<122> } 0.14 < \frac{t_4}{f} < 0.23$$

<123> 여기서, t_4 는 제2 렌즈의 두께를 나타낸다.

<124> 조건식9는 전체 초점 거리에 대한 제2 렌즈(2)의 두께의 비를 규정한 것이다. 조건식9의 상한값을 초과하는 경우에는 비점 수차 및 횡수차의 보정이 어려워진다. 이와는 달리 조건식9의 하한값을 초과하는 경우에는 부의 왜곡이 커지면서 상의 찌그러짐에 영향을 주게 되며, 상면 만곡의 보정이 어려워진다.

<125> 다음에는 이러한 조건들(조건식4 ~조건식9)을 만족하도록 구현되는 본 발명의 제5 실시예 내지 제7 실시예에 대하여 설명한다.

<126> 본 발명의 제5 실시예에 따른 결상 광학계의 F 넘버(F_{no})는 2.8의 값을 가지고, 초점 거리(f)는 2.6mm이며, 화각(2ω)은 30.62° 의 값을 가진다.

<127> 도 9에 이러한 특성을 가지는 본 발명의 제5 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있으며, 다음 표 10에 도 9에 도시된 결상 광학계를 구성하는 각 렌즈의 실시예값이 기재되어 있다.

<128> 【표 10】

면번호	곡률반경(r)	두께, 거리(d)	굴절률(nd)	분산치(v)
1	∞	0.160000		
2	∞	0.160000		
* 3	-5288.01000	1.070000	1.583	59.1
* 4	-0.95000	0.493862		
* 5	-0.46800	0.420000	1.607	27.59
* 6	-0.69700	0.421569		
7	∞	0.550000	1.517	64.2
8	∞	1.233452		
(상면) 9	∞	0.000000		

<129> *는 비구면을 나타내며, 제5 실시예에서도 제1 렌즈(1)의 양면과, 제2 렌즈(2)의 양면이 비구면이며, 그 비구면 계수는 다음 표11과 같다.

<130> 【표 11】

제3면의 비구면계수		제4면의 비구면 계수	
K	-0.139838e10	K	-0.617306
A	-0.184276E+00	A	-0.165508E-01
B	-0.146215E+00	B	-0.814816E-01
C	-0.861596E+00	C	0.169563E+00
D	0.155364E+01	D	-0.993681E-01
제5면의 비구면계수		제6면의 비구면 계수	
K	-0.803060	K	-0.962718
A	0.369603E+00	A	0.532252E-01
B	0.166349E+01	B	0.503029E+00
C	-0.183815E+01	C	-0.254740E+00
D	0.891812E+00	D	0.209739E-01

<131> 도 10에 이러한 실시예값으로 이루어지는 본 발명의 제5 실시예에 따른 결상 광학계의 수차 특성이 도시되어 있다.

<132> 본 발명의 제6 실시예에 따른 결상 광학계의 F 넘버(F_{no})는 2.8의 값을 가지고, 초점 거리(f)는 2.358mm이며, 화각(2ω)은 29.62° 의 값을 가진다.

<133> 도 11에 이러한 특성을 가지는 본 발명의 제6 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있다. 도 11에 도시되어 있듯이, 본 발명의 제6 실시예에 따른 결상 광학계에서는 제2 렌즈(2)의 상측에 광학 필터(3) 이외에 촬상 소자 보호용 유리판(4)이 추가로 배치되어 있다.

<134> 표 12에 도 11에 도시된 결상 광학계를 구성하는 각 렌즈의 실시예값이 기재되어 있다.

<135> 【표 12】

면번호	곡률반경(r)	두께, 거리(d)	굴절률(nd)	분산치(v)
1	∞	0.160000		
2	∞	0.160000		
* 3	11.81000	1.040000	1.525	56.2
* 4	-0.87600	0.637961		
* 5	-0.42300	0.450000	1.607	27.59
* 6	-0.61600	0.270362		
7	∞	0.550000	1.517	64.2
8	∞	0.400000		
9	∞	0.400000	1.517	64.2
10	∞	0.184347		
(상면)11	∞	0.000000		

<136> *는 비구면을 나타내며, 제6 실시예에서도 제1 렌즈(1)의 양면과, 제2 렌즈(2)의 양면이 비구면이며, 그 비구면 계수는 다음 표13과 같다.

<137>

【표 13】

제3면의 비구면계수		제4면의 비구면 계수	
K	0.000000	K	-0.062686
A	-0.225175E+00	A	0.609215E-01
B	-0.319327E+00	B	-0.755352E-01
C	-0.915425E+00	C	0.290687E-01
D	-0.600012E+00	D	0.190899E+00
제5면의 비구면계수		제6면의 비구면 계수	
K	-0.872817	K	-0.855823
A	-0.169716E+00	A	-0.279271E-01
B	0.199671E+01	B	0.340077E+00
C	-0.123634E+01	C	0.196164E+00
D	0.125670E+00	D	-0.187546E+00

<138> 도 12에 이러한 실시예값으로 이루어지는 본 발명의 제6 실시예에 따른 결상 광학계의 수차 특성이 도시되어 있다.

<139> 본 발명의 제7 실시예에 따른 결상 광학계의 F 넘버(Fno)는 2.8의 값을 가지고, 초점 거리(f)는 2.681mm이며, 화각(2ω)은 31.19° 의 값을 가진다.

<140> 도 13에 이러한 특성을 가지는 본 발명의 제7 실시예에 따른 결상 광학계의 구조가 도시되어 있으며, 다음 표 14에 도 13에 도시된 결상 광학계를 구성하는 각 렌즈의 실시예값이 기재되어 있다.

<141> 【표 14】

면번호	곡률반경(r)	두께, 거리(d)	굴절률(nd)	분산치(v)
1	∞	0.161538		
2	∞	0.168242		
* 3	-7.37600	1.030000	1.525	56.2
* 4	-0.84700	0.553259		
* 5	-0.47800	0.600000	1.584	31.0
* 6	-0.72400	0.846112		
7	∞	0.550000	1.517	64.2
8	∞	1.071090		
(상면) 9	∞	0.000000		

<142> *는 비구면을 나타내며, 제7 실시예에서도 제1 렌즈(1)의 양면과, 제2 렌즈(2)의 양면이 비구면이며, 그 비구면 계수는 다음 표 15와 같다.

<143> 【표 15】

제3면의 비구면계수		제4면의 비구면 계수	
K	0.000000	K	-0.756301
A	-0.249247E+00	A	0.385687E-01
B	0.283331E+00	B	-0.790055E-01
C	-0.225748E+01	C	0.111480E+00
D	0.307337E+01	D	-0.825811E-01
제5면의 비구면계수		제6면의 비구면 계수	
K	-0.869146	K	-0.704793
A	0.388165E+00	A	0.902893E-01
B	0.599971E+00	B	0.225940E+00
C	-0.421568E+00	C	-0.559497E-01
D	0.100493E+00	D	0.151387E-01

<144> 도 14에 이러한 실시예값으로 이루어지는 본 발명의 제7 실시예에 따른 결상 광학계의 수차 특성이 도시되어 있다.

<145> 이러한 실시예값으로 구성되는 본 발명의 제5 내지 제7 실시 예에 따른 결상 광학계에 서 각 조건식의 실시예값은 다음 표 16과 같다.

<146> 【표 16】

	실시예5	실시예6	실시예7
조건식4	0.845	0.762	0.915
조건식5	-1.019	-0.038	-1.173
조건식6	2033.850	5.008	2.751
조건식7	1.976	2.273	1.958
조건식8	0.412	0.441	0.384
조건식9	0.162	0.191	0.224

<147> 본 발명은 위에 기술된 실시예들에 한정되지 않고 다음에 기술되는 청구 범위 내에서 다양한 변경 및 변화가 가능하다.

【발명의 효과】

- <148> 이상에서와 같이 본 발명의 실시예에 따라, 촬상 소자를 이용하는 카메라의 결상 광학계로서 적은 매수의 렌즈로 이루어져 소형화가 용이하면서, 요구되는 광학 성능을 만족시킬 수 있는 결상 광학계를 제공할 수 있다.
- <149> 또한, 조리개치를 2.8이하로 작게 하여 많은 양의 빛이 들어 올 수 있으며, 그에 따라 주변 광량이 향상되어 촬상 소자의 감도를 효과적으로 보완할 수 있는 결상 광학계를 제공할 수 있다. .
- <150> 또한, 모바일용 소형 카메라에 용이하게 적용될 수 있으며, 높은 광학 성능을 가지는 결상 광학계를 제공할 수 있다.
- <151> 또한, 적절한 형태의 비구면 렌즈를 사용하여 대량 생산이 용이하며, 요구되는 높은 광학 성능을 만족시킬 수 있는 결상 광학계를 제공할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

물체측으로부터 순서대로,

조리개 ;

정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및
부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈
를 포함하며, 다음의 조건을 만족하는 결상 광학계.

$$1.25 < \frac{L_T}{f} < 1.58$$

L_T : 조리개의 물체측면에서부터 상면까지의 광축상의 거리

f : 광학계의 전체 초점 거리

【청구항 2】

물체측으로부터 순서대로,

조리개 ;

정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및
부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈
를 포함하며, 다음의 조건을 만족하는 결상 광학계.

$$-1.5 < \frac{W_p - W}{W_p} < -0.1$$

$$W_p: \tan^{-1}\left(\frac{y}{f}\right)$$

W : 최대 유효상원에 대한 반화각

y : 최대 유효 상의 높이

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서

다음의 조건을 더 만족하는 결상 광학계.

$$25 < Vd_1 - Vd_2 < 30$$

Vd₁ : 제1 렌즈의 d-라인의 아베수

Vd₂ : 제2 렌즈의 d-라인의 아베수

【청구항 4】

물체측으로부터 순서대로,

조리개 ;

정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및

부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈

를 포함하며, 다음의 조건을 만족하는 결상 광학계.

$$0.75 < \frac{f_B}{f} < 0.95$$

f : 광학계의 전체 초점 거리

f_b : 제2 렌즈의 상측면에서부터 상면까지의 광축상의 거리

【청구항 5】

물체측으로부터 순서대로,

조리개 ;

정의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제1 렌즈; 및

부의 굴절력을 가지며, 적어도 한면이 비구면인 제2 렌즈

를 포함하며, 다음의 조건을 만족하는 결상 광학계.

$$-1.5 < \frac{W_p - W}{W_p} < -0.02$$

$$W_p: \tan^{-1}\left(\frac{y}{f}\right)$$

W : 최대 유효상원에 대한 반화각

y : 최대 유효 상의 높이

【청구항 6】

제4항 또는 제5항에 있어서

다음의 조건을 더 만족하는 결상 광학계.

$$\frac{|R_1|}{f} > 2.1$$

$$\frac{L_T}{f_B} < 2.4$$

R_1 : 제1

렌즈의 물체측면의 곡률

L_T : 조리개의 물체측면에서부터 상면까지의 광축상의 거리

【청구항 7】

제4항 또는 제5항에 있어서

다음의 조건을 더 만족하는 결상 광학계.

$$0.35 < \frac{t_2}{f} < 0.52$$

$$0.14 < \frac{t_4}{f} < 0.23$$

t_1 : 제1 렌즈의 두께

t_2 : 제2 렌즈의 두께

【청구항 8】

제1항, 제2항, 제4항 및 제5항 중 어느 한 항에 있어서

상기 제1 및 제2 렌즈는 양면이 비구면인 결상 광학계.

【청구항 9】

제1항, 제2항, 제4항 및 제5항 중 어느 한 항에 있어서

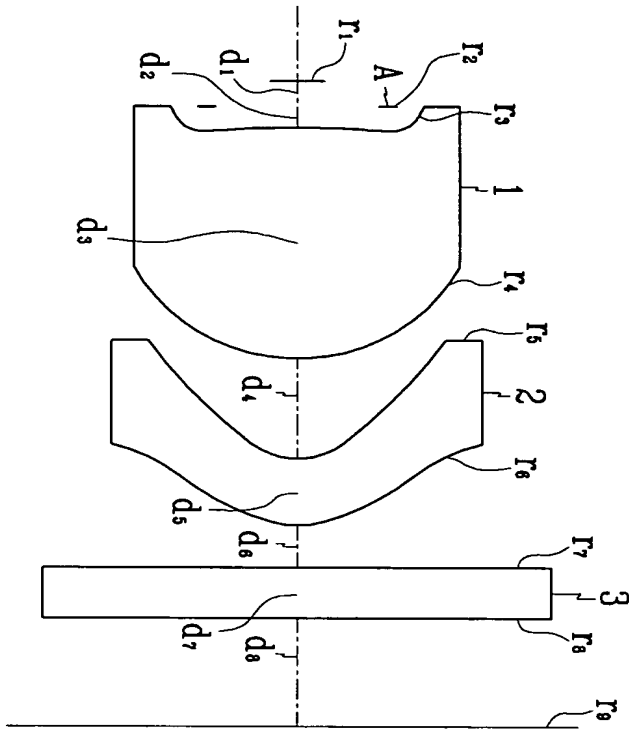
상기 제2 렌즈는 상측면이 볼록한 매니스커스 렌즈인 결상 광학계.

【청구항 10】

제1항, 제2항, 제4항 및 제5항 중 어느 한 항에 있어서
상기 제1 렌즈는 상측면이 볼록한 렌즈인 결상 광학계.

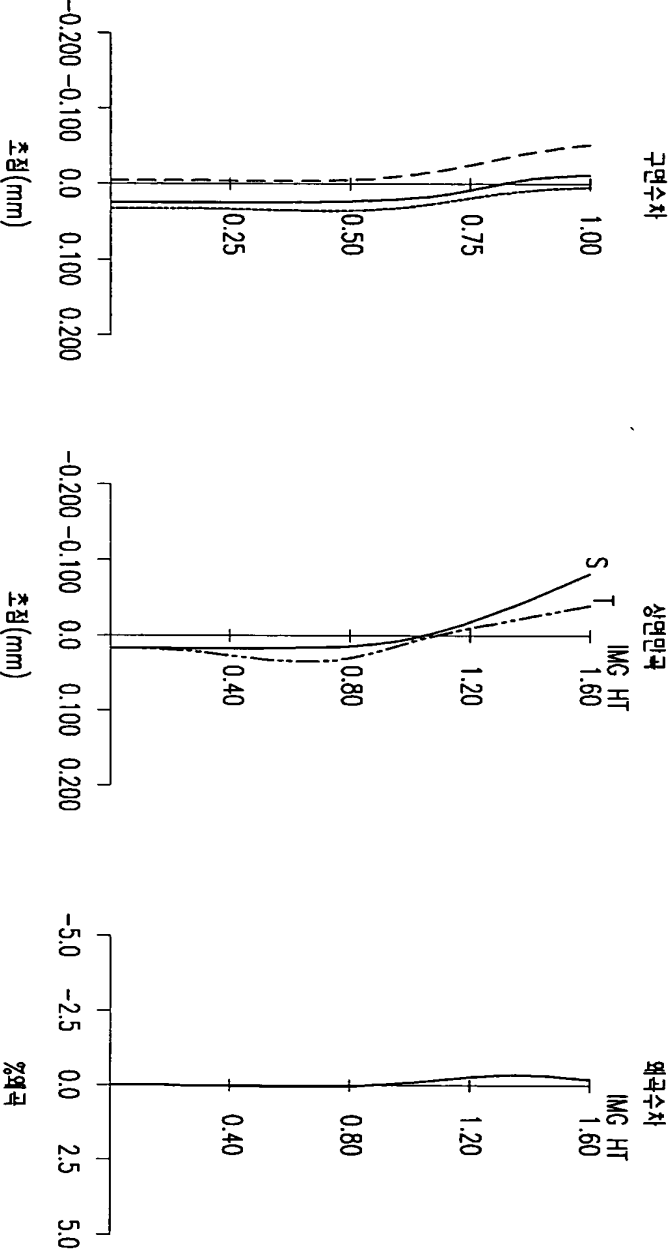
【도면】

【도 1】

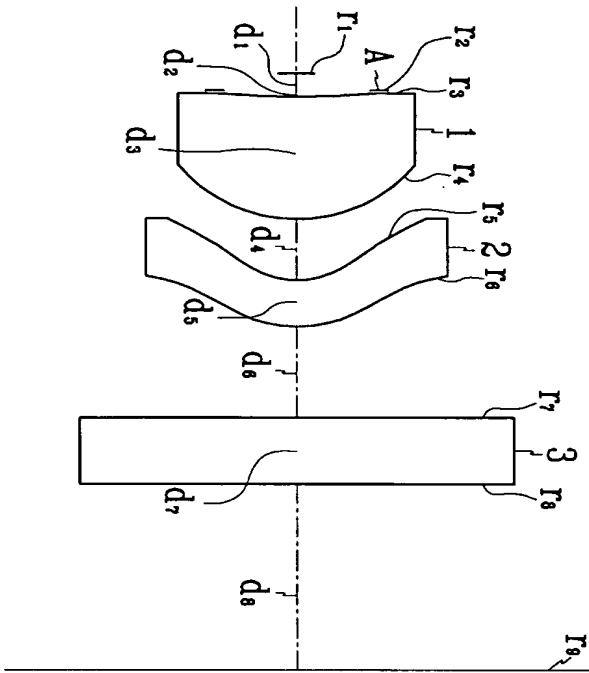




【도 2】

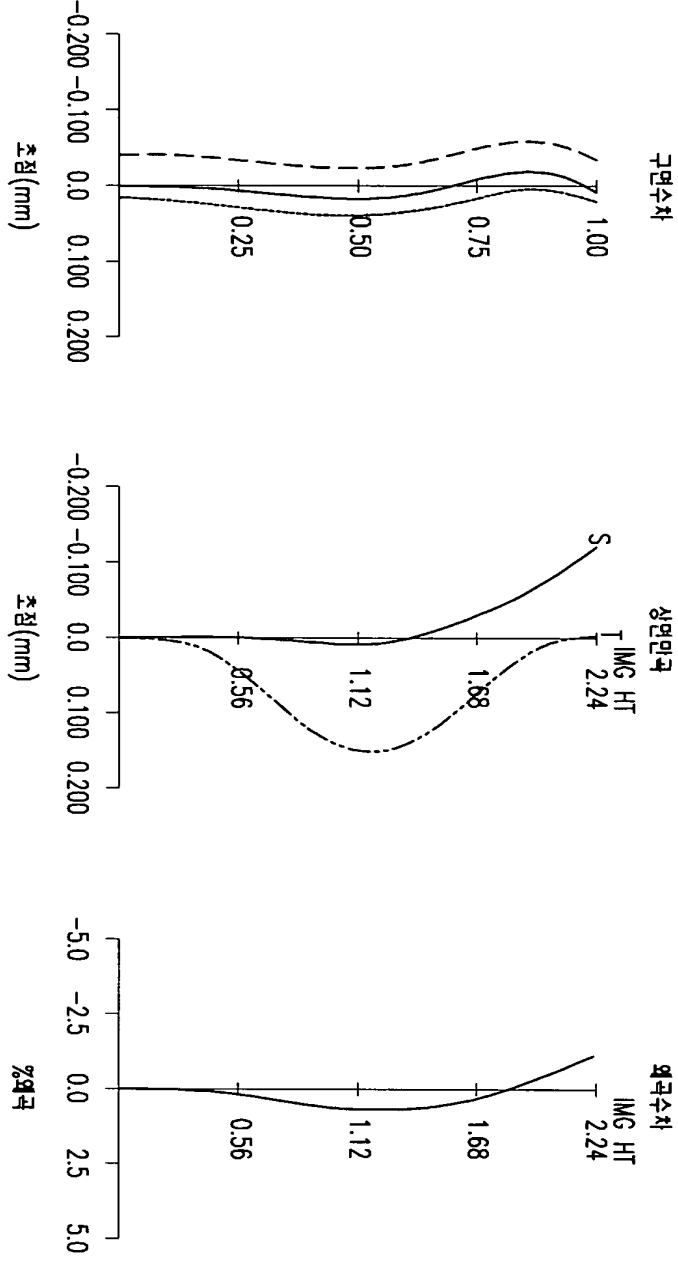


【도 3】

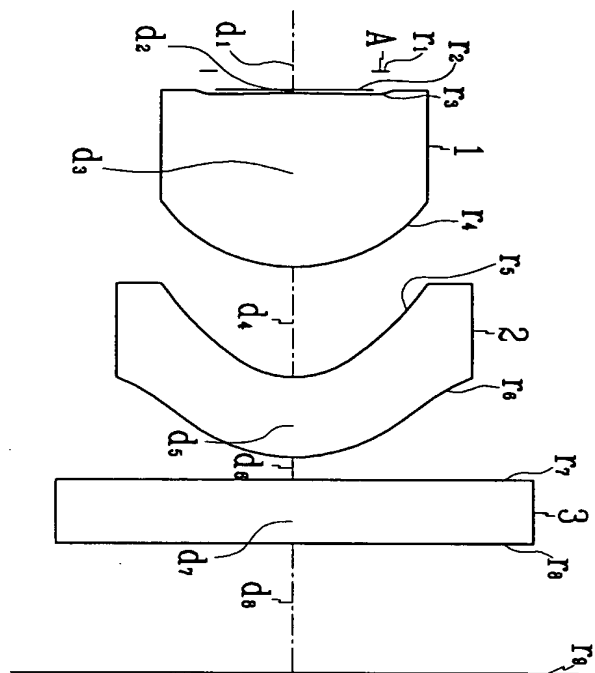




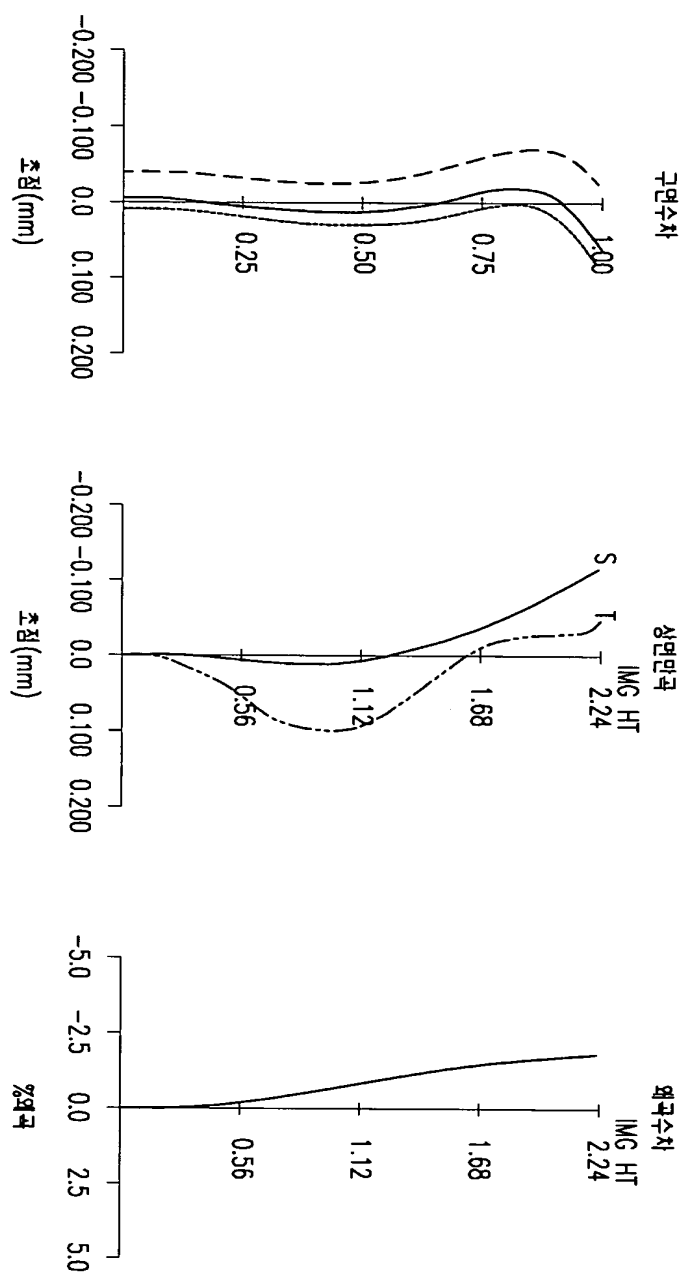
【도 4】



【도 5】

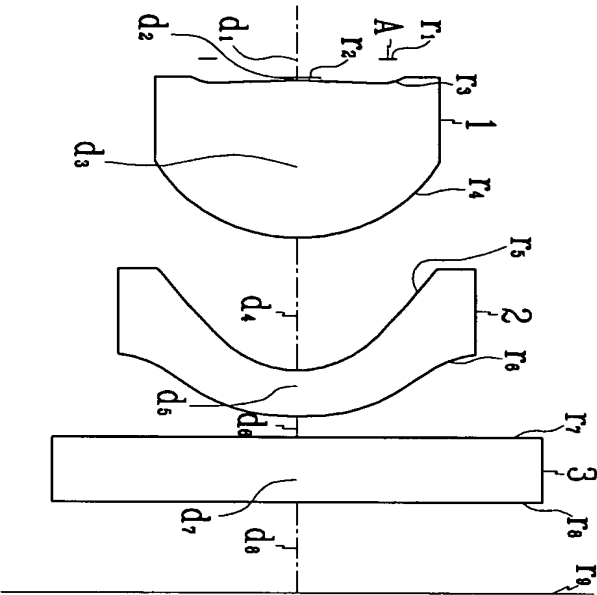


【표 6】



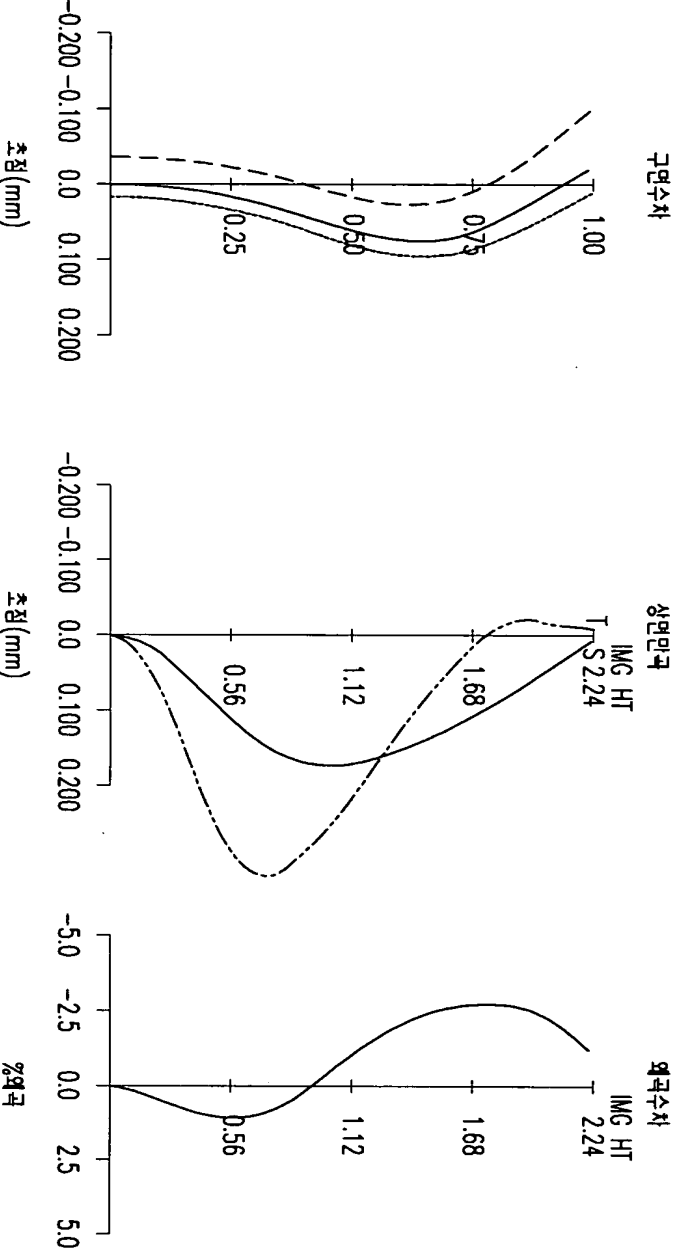


【도 7】



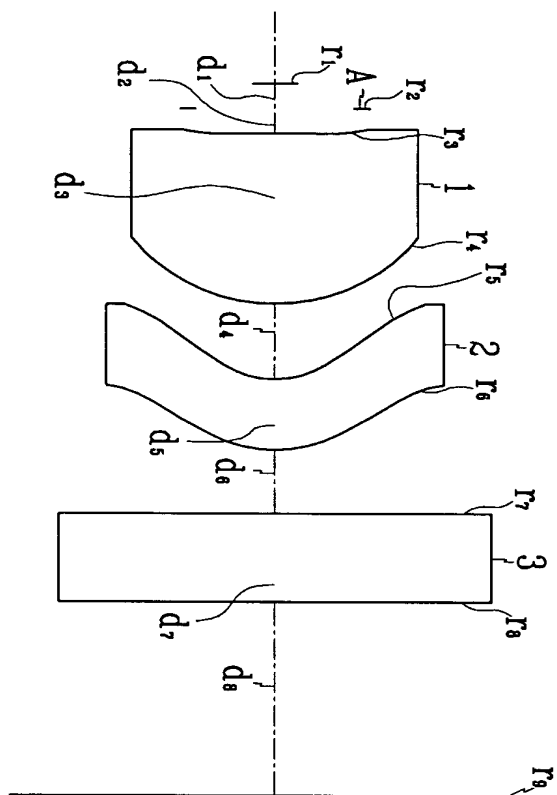


【도 8】



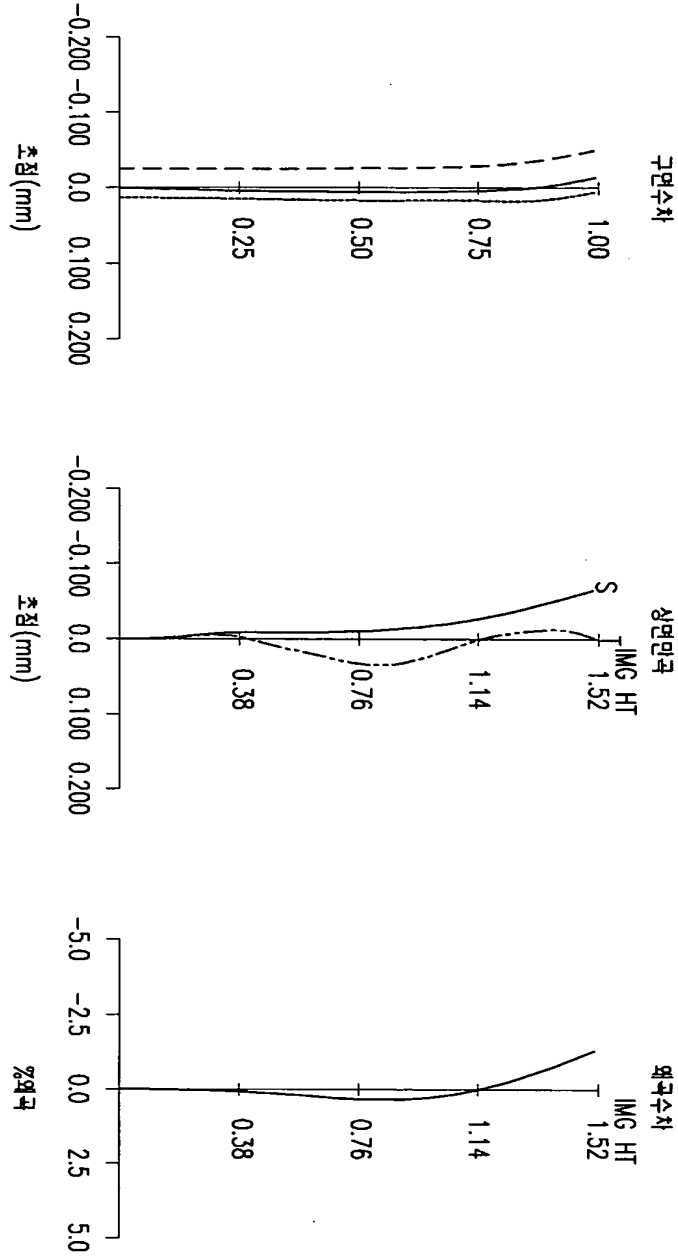


【도 9】

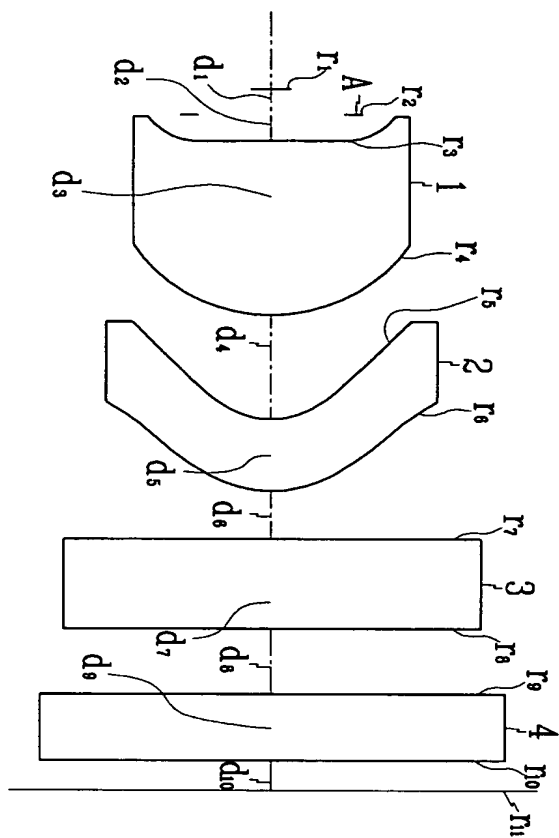




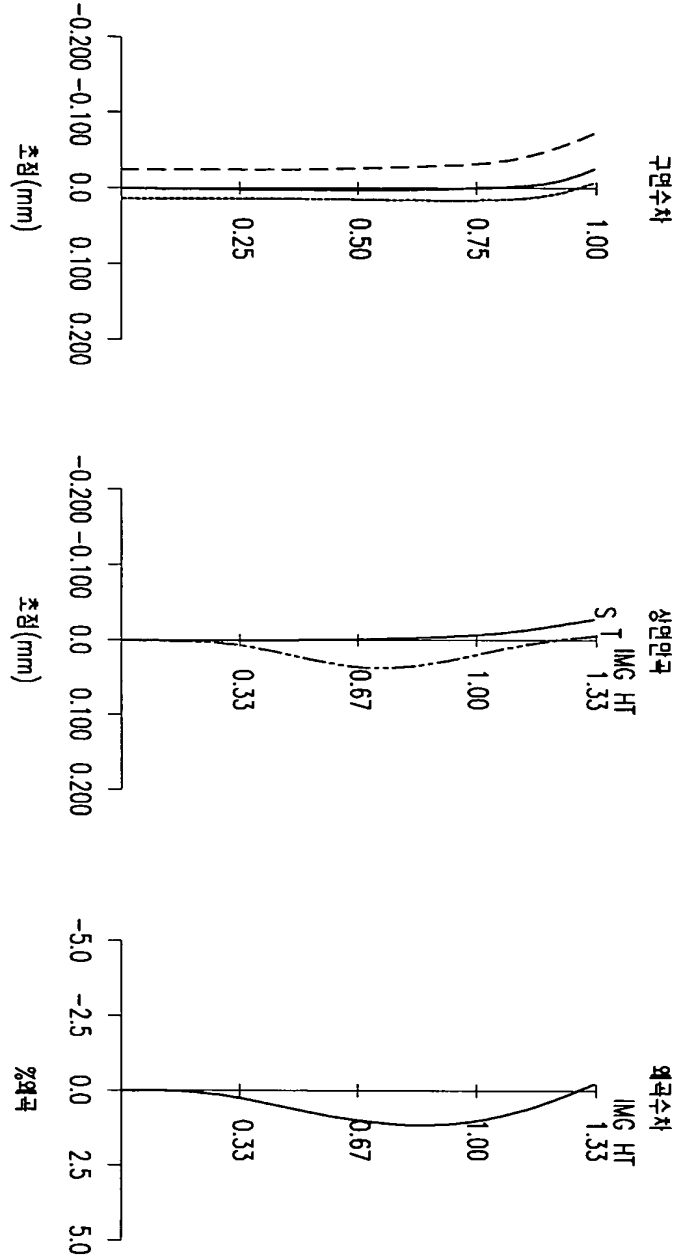
【도 10】



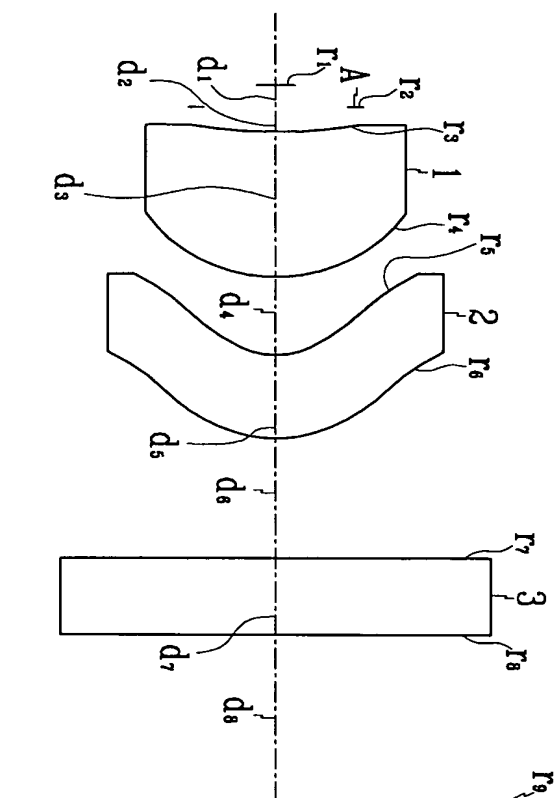
【도 11】



【도 12】



【도 13】





【도 14】

